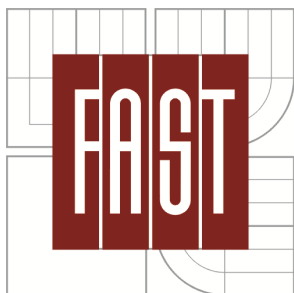




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## DESKOVÝ MOST V ČESKÉM KRUMLOVĚ

SLAB BRIDGE IN ČESKÝ KRUMLOV

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

LUCIE LUBEROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Lucie Luberová
<b>Název</b>	Deskový most v Českém Krumlově
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Josef Panáček
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2014
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	29. 5. 2015
V Brně dne 30. 11. 2014	

.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce.

## **Zásady pro vypracování**

Místo stávajícího mostního objektu zpracujte dvě až tři studie mostu o jednom poli včetně jejich zhodnocení.

Dále se zaměřte na návrh deskové konstrukce z předpjatého betonu. Most můžete navrhnout kolmý, příčný, delší a popř. můžete zvednout niveletu.

Dimenzování proveďte podle EN a ČSN v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím bakalářské práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Josef Panáček  
Vedoucí bakalářské práce



## Abstrakt

Předmětem této bakalářská práce je návrh nové nosné mostní konstrukce v Českém Krumlově přes řeku Polečnici. Objekt se nachází na komunikaci 1. třídy I/39, na 13,027 kilometru. Cílem je návrh kolmé konstrukce o jednom poli, který je vypracován ve třech různých variantách. První variantou je deska z dodatečně předpjatého betonu proměnné výšky dosahující max. 0,950 m. Druhá varianta je sestavena z prefabrikovaných nosníků VSTI 2000-21/0,9 spřažených s železobetonovou deskou o tloušťce 0,200m. Třetí varianta je taktéž z prefabrikovaných nosníků T93-21/0,85 spřažených s železobetonovou deskou o tloušťce 0,200m. Pro podrobné posouzení byla vybrána první varianta s délkou přemostění 18,080m. Výpočet účinků zatížení je proveden pomocí počítačových softwarů Scia Engineer 14, IDEA StatiCa a porovnán s ručním výpočtem dle platných norem.

## Klíčová slova

deskový most, předpjatý beton, jednopólový most, návrh, statický výpočet, ztráty předpětí, dimenzování, výkresová dokumentace, vizualizace

## Abstract

The subject of this bachelor's thesis is the design a new supporting bridge construction across creek Polečnice in Český Krumlov. This object is located on the 1st class road I/39, at kilometer 13,027. The objective is the design of a perpendicular one-span construction, which is proposed in three variants. The first variant is a slab from post-tensioned concrete with a variable height of max. 0,950 m. The second variant is composed of prefabricated concrete beams VSTI 2000-21/0,9 coupled with a reinforced concrete slab with a thickness of 0,200 m. The third variant is similarly of prefabricated concrete beams T93-21/0,85 coupled with a reinforced concrete slab with a thickness 0,200 m. For detailed assessment the first variant was chosen with a length of bridging of 18,080m. The calculation of load effects is done by computer softwares Scia Engineer 14 and IDEA StatiCa and compared with a manual calculation according to current standards.

## Keywords

Slab bridge, prestressed concrete, one span bridge, design, statical analysis, losses of preload, dimensioning, drawing documentation, visualization



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

### **Bibliografická citace VŠKP**

LUBEROVÁ, Lucie. *Deskový most v Českém Krumlově*. Brno, 2015. 27 s., 366 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček.



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2015

.....

podpis autora

Lucie Luberová



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

### Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26.5.2015

.....

podpis autora

Lucie Luberová



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## **Poděkování**

Tímto chci poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Josefu Panáčkovi, za odborné rady při řešení problémů, metodické vedení práce a v neposlední řadě za trpělivost a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky na konzultacích.

Děkuji své rodině, především Ing. Tomášovi Luberovi a Bc. Maránu Varjúovi za všestrannou podporu po celou dobu mého studia a dlouhé konzultace, které mě směřovali správným směrem. Dále mé poděkování patří všem respondentům, kteří mi poskytli nepostradatelné informace.





## OBSAH:

<b>Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Navržené studie.....</b>	<b>12</b>
1.1 Studie A.....	12
1.2 Studie B.....	12
1.2 Studie C.....	12
<b>Průvodní a technická zpráva .....</b>	<b>13</b>
<b>2. všeobecná část.....</b>	<b>13</b>
2.1 Identifikační údaje mostu .....	13
2.2 Základní údaje mostu .....	14
<b>3. Most a jeho umístění .....</b>	<b>14</b>
3.1 Charakter překážky a převáděné komunikace.....	14
3.2 Šířkové uspořádání na mostě.....	15
3.3 Územní podmínky.....	15
3.4 Geologické poměry .....	15
3.5 Inženýrské sítě v obvodu staveniště .....	15
<b>4. Stavebně-technické řešení .....</b>	<b>15</b>
4.1 Popis konstrukce mostu.....	15
4.2 Statické posouzení .....	16
4.3 Založení mostu.....	17
4.4 Spodní stavba.....	17
4.5 Podrobný popis vybrané konstrukce .....	17
4.6 Příslušenství.....	18
<b>5. Výstavba mostu.....</b>	<b>20</b>
5.1 Technologie výstavby.....	20
<b>6. Materiály.....</b>	<b>21</b>
6.1 Beton.....	21
6.2 Přepínací výztuž.....	22
6.3 Betonářská výztuž.....	22



<b>7. Omezení provozu.....</b>	<b>22</b>
<b>8. Bezpečnost a ochrana.....</b>	<b>22</b>
<b>9. Vliv stavby na životní prostředí.....</b>	<b>22</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>23</b>
<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>24</b>
<b>Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>25</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>27</b>



## ÚVOD

Tato bakalářské práce se zabývá návrhem a posouzením nové nosné mostní konstrukce v zadané lokalitě. V rámci projektu byly vypracovány tři různé studie návrhu konstrukce. Ze tří variant byla vybrána Studie A, deska s plným čelem z dodatečně předpjatého betonu proměnné výšky max. 0,950 m a s délkou přemostění 18,080m. Tato varianta je rozpracována podrobně. Deskový most byl navržen jako přímý a kolmý o jednom poli. Pozměněna oproti původnímu návrhu byla délka přemostění, spodní stavba i výška nivelety. Důvodem je zajištění kontrolního návrhového průtoku.

Studie A je staticky posuzovaná na mezní stavy únosnosti a použitelnosti, následně je k ní vypracována přehledná i podrobná výkresová dokumentace. Součástí práce je i vizualizace deskového mostu a maket v měřítku 1:100. Důraz je kladen především na statický návrh nosné konstrukce. Při výpočtu se zanedbává klimatické zatížení a vodorovné síly od dopravy působící na konstrukci, výpočet je uvažován s časovou analýzou fázované výstavby. Mostní konstrukce je posuzována dle platných norem.



## 1. NAVRŽENÉ STUDIE

V rámci bakalářské práce byly navrženy tři studie, následně byla vybrána a podrobně zpracována studie A.

### 1.1 Studie A

V této variantě je konstrukce navržena jako deska z dodatečně předpjatého betonu proměnné výšky od 0,815m do 0,950m s příčným střechovitým sklonem 2,5% v místě dopravních pásů a 2% směrem do komunikace v místě pásu pro pěší. Tyto sklony zajistí správné odvodnění vozovky. Jedná se o betonovou konstrukci vyztuženou betonářskou a přepínací výztuží uloženou na čtyřech elastomerových ložiscích o rozměrech 450x450x57mm, jejichž osová vzdálenost je 5,800m a vzdálenost osy krajních ložisek od čela konstrukce je 1,370m. Celková výška konstrukce je 0,950m. Tato varianta byla vybrána z důvodu výhod monolitického betonu před prefabrikovanými nosníky. Například menší citlivost na vznik trhlin pracovních spár monolitu, než ve spoji mezi jednotlivými segmenty prefabrikátu. Dále, výstavba bez využití těžké techniky pro přepravu segmentů.

### 1.2 Studie B

V této variantě nám konstrukci tvoří 16 prefabrikovaných nosníků VSTI 2000 délky 21,000m a výšky 0,900m spřažené s železobetonovou deskou o tloušťce 0,200m. Deska má příčným střechovitým sklon 2,5% v místě dopravních pásů a 2% směrem do komunikace v místě pásu pro pěší. Tyto sklony zajistí správné odvodnění vozovky. Konstrukce je uložena na elastomerových ložiscích o rozměrech 450x450x57mm, osazených pod příčným, jež podepírají nosnou konstrukci. Osová vzdálenost nosníků je 1,270m a vzdálenost osy krajních ložisek od čela konstrukce je 1,370m. Celková výška konstrukce je 1,300m. Varianta je obtížněji proveditelná z důvodu nutnosti použití strojní techniky pro transport a montáž nosníků. Její výhodou je například přesnost a rychlost výroby, či snížení účinků dotvarování a smršťování díky montáži již vyzrálých prvků.

### 1.3 Studie C

V této variantě nám konstrukci tvoří 8 prefabrikovaných nosníků T93 délky 21,000m a výšky 0,850m spřažené s železobetonovou deskou o tloušťce od 0,200m. Deska má příčným střechovitým sklon 2,5% v místě dopravních pásů a 2% směrem do komunikace v místě pásu pro pěší. Tyto sklony zajistí správné odvodnění vozovky. Konstrukce je uložena na elastomerových ložiscích o rozměrech 450x450x57mm, osazených pod příčnými, jež podepírají nosnou konstrukci. Osová vzdálenost ložisek je 5,800m a vzdálenost osy krajních ložisek od čela konstrukce je



1,370m. Celková výška konstrukce je 1,350m. Varianta je obtížněji proveditelná z důvodu nutnosti použití strojní techniky pro transport a montáž nosníků. Její výhodou je například přesnost a rychlost výroby, či snížení účinků dotvarování a smršťování díky montáží již vyzrálých prvků.

## PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 2. VŠEOBECNÁ ČÁST

#### 2.1 Identifikační údaje mostu

Stavba:	Deskový most v Českém Krumlově, ulice Chvalšinská
Okres:	Český Krumlov
Region:	Jihočeský
Převáděná komunikace:	silnice 1. třídy I/39
Kategorie:	S 9,5/60
Bod křížení:	13,027km
Úhel křížení:	uvažujeme 90°
Délka přemostění:	18,080m
Sklon nivelety:	0,5%
Přemostovaná překážka:	Vodní tok, potok Polečnice levostranný přítok Vltavy
Volná výška pod mostem (od Q <sub>100</sub> ):	1,300m
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic ČR Na Pankráci 56, P.O. Box 1 145 05 Praha 4
Nadřízený orgán:	Ministerstvo dopravy ČR Nábřeží, Ludvíka Svobody 12/1222 110 15 Praha 1



Uvažovaný správce mostu: Ředitelství silnic a dálnic ČR  
Projektant: Lucie Luberová

## 2.2 Základní údaje mostu

Délka přemostění:	18,080m
Délka mostu:	39,779m
Délka nosné konstrukce:	20,290m
Rozpětí jednotlivých polí:	19,150m
Šikmost mostu:	kolmý 90°
Šířka mostu:	20,740m
Šířka nosné konstrukce:	20,145m
Šířka mezi zvýšenými obrubami:	13,000m
Šířka chodníku L/P:	3,500m
Průměrná konstrukční výška:	0,876m
Stavební výška ve středu komunikace:	1,080m
Výška mostu:	5,580m
Plocha mostu:	801,348m <sup>2</sup>
Plocha nosné konstrukce:	408,742m <sup>2</sup>
Zatížení mostu pozemní komunikace:	skupina 1 (dle ČSN EN 1991-1-2)

## 3. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

### 3.1 Charakter překážky a převáděné komunikace

Převáděná komunikace je silnice I/39 kategorie S 9,5/60. Silnice je v přímé a niveleta stoupá v podélném směru pod sklonem 0,5% směrem na Kájov. Vozovka má v příčném směru střešovitý sklon 2,5% po celé délce mostu. Chodník má příčný sklon 2% směrem do vozovky. Překážkou na komunikaci je potok Polečnice, jehož normální hloubka činí 0,5m, při stoleté vodě může voda vystoupat až do výšky 3,200m nade dno a při padesátileté vodě do výšky 2,740m nade dno. Šířka koryta činí 18,080m.



### 3.2 Šířkové uspořádání na mostě

Monolitický chodník:	3,500m
Monolitická římsa:	0,370m
Krajnice:	2,750m
Vodící proužek:	0,250m
Jízdní pruh:	3,500m
Šířka mezi obrubami:	13,000m
Celková šířka mostu:	20,740m

### 3.3 Územní podmínky

Most je v daném místě komunikace I/39 v 13,027km situován v intravilánu na ulici Chvalšinská, v obci Český Krumlov. Nachází se přibližně 700m od kruhového objezdu v historické části Českého Krumlova, Latrán, jenž je umístěn v severovýchodní části města. Most se nachází v rovinatém terénu v nadmořské výšce přibližně 490 m.n.m. Terén podél komunikace je v jedné rovině s vozovkou a řeka po mostním objektem je v zářezu.

### 3.4 Geologické poměry

V zájmové lokalitě bylo provedeno několik inženýrsko-geotechnický průzkumů. Nejblíže určenému objektu se nachází svislá sestava po třech vrtech, dosahujících hloubky do 5-ti m z roku 1985. Další sestava tří vrtů je z roku 1972 a dosahuje až do hloubky 10-ti m. Nejhlubší svislý vrt, jenž se v okolí stavby nachází, je z roku 1981 a jeho účelem bylo zjištění ložiska na nerudy. Dosahuje až do hloubky 516m. Hornina vyskytující se v okolí je erlán, rula, vápenec a grafit.

### 3.5 Inženýrské sítě v obvodu staveniště

V místě stavby a jejím okolí se nacházejí elektrické, telefonní kabely a také kabely pro veřejné osvětlení. Pro samotné sloupky veřejného osvětlení není třeba provádět přeložení, nezasahují do staveniště.

## 4. STAVEBNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

### 4.1 Popis konstrukce mostu

Mostní objekt tvoří desková nosná konstrukce, z hlediska příčného řezu se jedná o desku obdélníkového tvaru o rozměrech 20,290 x 20,145 m. Samotná spodní stavba je nově navržena a od nosné konstrukce oddělena dilatačními

spárami. Oproti původnímu návrhu dochází ke zvýšení hladiny stoleté vody, tudíž i změně kontrolního návrhového průtoku a výšky nivelety komunikace. Pod základem bude proveden podkladní beton tloušťky 0,200m z betonu třídy C10/15, prostředí XA1. Opěry budou provedeny jako gravitační s dilatovanými křídly z betonu třídy C30/37, prostředí XC4, XF3. Úložný práh má výšku 0,500m a je proveden taktéž z betonu třídy C30/37 a vyztužen betonářskou výztuží B500B, prostředí XC4, SF2. Opěry a křídla jsou uloženy na společném plošném ŽB základu.

## 4.2 Statické posouzení

Statický model byl vytvořen jako 2D deskový izotropní model v počítačovém softwaru Scia engineer. Konstrukce je uložena na osmi ložiscích, kdy na každé opěře jsou čtyři ložiska. Na první opěře jsou tři ložiska posuvná a jedno pevné a na druhé opěře jsou čtyři pohyblivá ložiska. Deska byla zatížena ostatním stalým a proměnným zatížením rozneseným na střednici. Následně bylo skutečné deskové působení zjednodušeno a převedeno na prutové působení nosné konstrukce.

Model byl pomocí integračního pásu vhodně zvoleného na desce, šířky 1,3m importován do počítačového softwaru IDEA StatiCa. Veškeré výstupy z programu IDEA StatiCa jsou vytvořeny na zatěžovací šířku 1,3m z důvodu necelého počtu kabelu na 1m. Pro účely srovnání s ručním výpočtem, jenž je aplikován na zatěžovací šířku 1m je třeba dané hodnoty vydělit. Výsledné posudky však zůstávají zachovány. Integrační pás je schopen pracovat pouze s hodnotami základních vnitřních sil. Jelikož rozdíl mezi základními a dimenzačními vnitřními silami v podélném směru na desce je téměř zanedbatelný, výsledné základní veličiny byly zvýšeny o 5%. Pro dimenzaci betonářské výztuže a smykové výztuže v příčném směru jsou odečteny hodnoty dimenzačních vnitřních sil přímo z programu Scia engineer. Předpínací kabely byly natrasovány dle výpočtu vnitřních sil desky. Jelikož k předpínání kabelů dochází již v 7-mi dnech výstavby, je nutno do výpočtu zahrnout vliv snížené pevnosti betonu dle normy ČSN EN 1992-1-1.

Dále byl proveden výpočet krátkodobých a dlouhodobých ztrát v jednotlivých časových intervalech. Vypočtené ztráty bez použití počítačového softwaru byly nižší než odhadnuté o 2,30 % u krátkodobých ztrát a o 2,92 % u dlouhodobých ztrát. Bylo provedeno posouzení na mezní stav použitelnosti v polovině rozpětí, při kterých bylo ověřeno omezení napětí v předpínací výztuži, v betonu, omezení šířky trhlin a omezení přetvoření. Posouzení na mezní stav únosnosti bylo provedeno na ohyb a smyk. Ověření ohybu v podélném směru bylo řešeno v polovině rozpětí, ze kterého vyplynulo, že nebylo třeba navrhovat přídatnou betonářskou výztuž, postačila konstrukční. Návrh betonářské výztuže v příčném směru a ve skrytém příčniku byl však nevyhnutelný. Smyk byl řešen v podélném směru v osminách rozpětí, výsledkem bylo navržení konstrukční smykové výztuže. V příčném směru hodnoty posouvajících sil byly menší než v podélném směru, tudíž návrh přídatné



smykové výztuže nebyl nutný. Z důvodu možného zvýšení posouvajících sil v příčném a podélném směru způsobeného jejich vzájemným spolupůsobením je smyková výztuž v oblast kolem podpory navýšena.

Posouzení pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti byly provedeny pro jednotlivé časové fáze. Kotevní oblasti byly posouzeny v lokálních a globální oblastech, výsledkem je návrh svařované mříže a výztuže čela lokálních oblastí.

#### 4.3 Založení mostu

Jelikož nejsou známy přesné geologické podmínky, je potřeba se řídit způsobem založení, jež jsou použity v poskytnutých podkladech. Na základě dostupných informací o geologických poměrech můžeme předpokládat výskyt pevných, zvětralých a značně rozpukaných hornin. Základ bude zhotoven z prostého betonu třídy C30/37, prostření XA1 a tloušťky 1,400m, jež je položen na podkladovém betonu tloušťky 0,200m z betonu třídy C10/15, prostředí XA1.

#### 4.4 Spodní stavba

Opěry jsou provedeny jako masivní (gravitační) monolitické z betonu třídy C30/37, prostření XC4, XF3, s dilatovanými křídly. Křídla spolu s opěrou mají společný základ a jejich šikmá hrana je rovnoběžná s kuzelem násypu. Úložný práh má výšku 0,500m a je proveden taktéž z betonu třídy C30/37, prostření XC4, XF2. Z důvodu působení štěpných sil od rekci v ložisku je práh vyztužen betonářskou výztuží B500B, sklon úložného prahu je 4% směrem k ložisku. Odvodnění závěrné zídky je provedeno žlábkem o průměru 0,100m ve sklonu 0,5%. Závěrná zídka je taktéž z ŽB jako úložný práh a spolu tvoří jeden celek. Výška závěrné zídky je 1,300m. Přechodová oblast je tvořena šterkovým klínem frakce 0,32 ve sklonu 1:10 a zhutněním na 100%. Proctor Standart. Opěra je odvodněna perforovanou flexibilní drenážní trubkou Ø200mm s jednostranným sklonem 3%, která je vyvedena skrze kamennou zeď přilehlou k opěře.

#### 4.5 Podrobný popis vybrané konstrukce

##### Podélný směr

Nosná konstrukce je uvažována jako prostě podepřená na elastomerových ložiscích o rozměrech 450x450x57 mm, jež přenáší zatížení z nosné konstrukce do spodní stavby. Jedná se o deskový most z dodatečně předpjatého betonu o jednom poli s rozpětím 18,080m, jehož celková délka nosné konstrukce je 20,290m a výška nosné konstrukce ve středu konstrukce je 1,080m. Podélný sklon je 0,5%. Konstrukce je v podélném směru vyztužena přepínací výztuží tak, aby byly splněny podmínky pro mezní stav únosnosti a použitelnosti a dovyztužena konstrukční betonářskou výztuží. Trasování kabelů je provedeno tak, aby výsledné předpětí



maximálně vyrovnávalo vlastní tíhu nosné konstrukce a co nejvíce omezilo vznik přetvoření nosné konstrukce.

### **Podélný směr**

Tloušťka desky je proměnná od 0,815m do 0,950m z důvodu dosažení střešovitěho sklonu 2,5%, čímž se zajistí správné odvodnění vozovky. Celková konstrukční výška uprostřed konstrukce je 1,080m. Konstrukce je v příčném směru vyztužena betonářskou výztuží. Deska je po obou stranách opatřena ŽB monolitickou římsou s vyložení 0,370m a ŽB monolitickým chodníkem ve sklonu 2% směrem do vozovky. Na chodníku jsou osazeny ocelové trubkové zábradlí výšky 1,100m a svodidla výšky 1100 nad vozovkou. Po obou stranách je chodník vyvýšen o převýšení 0,120m nad vozovku, šířky 3,500m. Celková délka nosné konstrukce je 20,290m a celková délka mostu je 39,779m.

## **4.6 Příslušenství**

### **Ložiska**

Nosná konstrukce je uvažována jako prostě podepřená na elastomerových ložiscích o rozměrech 450x450x57 mm, jež přenáší zatížení z nosné konstrukce do spodní stavby. Ložiska od firmy Freyssinet typ B v závislosti na maximálním namáhání v tlaku s nulovou deformací mají únosnost 4520 kN. Konstrukce je uložena na osmi ložiscích, kdy na každé opěře jsou čtyři ložiska. Na první opěře jsou tři ložiska posuvná a jedno pevné a na druhé opěře jsou čtyři pohyblivá ložiska. Pod ložisky i nad nimi jsou vytvořeny betonové nálitky o rozměrech 0,650 x 0,650m.

### **Mostní závěry**

Abychom se přizpůsobili teplotním změnám a pootočení nosné konstrukce způsobující dotvarování a smršťování, navrhujeme pro obě podpěry flexibilní, podpovrchový mostní závěr od firmy EUROFLEX typu M30BU. Jeho šířka v příčném směru je 0,165m a který umožní dilatační pohyby konstrukce  $\pm 15\text{mm}$ , respektive pro celý dilatační pohyb 30mm. závěr je možno použít za běžných klimatických podmínek (od  $-25^{\circ}\text{C}$  až do  $35^{\circ}\text{C}$ ) pro všechny třídy dopravního zatížení. Splňuje základní požadavky kladené na mostní závěry, tj. vodotěsnost, odolnost proti CHLR, dlouhodobou odolnost proti povětrnostním vlivům a je bezúdržbový.

### **Přechodové desky**

Problém přechodu mezi násypem a mostním objektem je spojen s různou tuhostí obou konstrukcí. Tento problém je řešitelný díky umístění přechodové



desky. Přechodové desky se navrhují pouze u náspe vyšších než 3,000m, z tohoto důvodu je přechodová oblast navržena bez přechodové desky.

### **Přechodové oblasti**

Přechodová oblast je tvořena přechodovým klínem zasahujícím do více než poloviny výšky opěry nad terénem a je pro něj použit zhutněný štěrkopískový zásyp frakce 0,32 ve sklonu 1:10, zhutněný na 100%. Proctor Standart. Prostor za opěrou je opatřen hydroizolací a ochrannou geotextilií. Násypová zemina pod přechodovým klínem je navržena s náležitým zhutněním, taktéž podloží do hloubky 0,5m.

### **Chodníky**

Deska je po obou stranách opatřena ŽB monolitickým chodníkem vyztuženým betonářskou výztuží B500B, šířky 3,500m ve sklonu 2% směrem do vozovky. Je propojen s ŽB monolitickou římsou vyloženou 0,370m. Podélný sklon je shodný se sklonem komunikace, výška chodníku nad vozovkou je 0,120m.

### **Zábradlí**

Na chodníku je osazeno ocelové trubkové zábradlí. Je umístěno po obou stranách komunikace ve vzdálenosti 0,370m od okraje chodníku. Výška zábradlí je 1,100m nad povrchem a zároveň minimálně 1,100 nad vozovkou.

### **Záchytné systémy**

Na chodníku jsou instalovány svodidla typu JSMNH4/H2, kotvená do chodníku pomocí předem osazených ocelových kotevních přípravků. Výška svodidla je minimálně 1,100m nad úrovní vozovky. Jedná se o svodidla se schopností vyššího zadržení při bočním nárazu. Jejich účelem je zajistit bezpečnost chodců na chodníku.

### **Odvodnění mostu**

Povrchová voda je odvedena pomocí příčného střeovitého sklonu vozovky 2,5% a podélného sklonu nivelety 0,5% do silničních vpustí, které jsou umístěny na obou stranách komunikace ve směru podélného sklonu. Povrch chodníku je možné odvodnit pomocí příčného sklonu 2% směrem do vozovky. Ruby opěr budou odvodněny pomocí drenážních trubek z PVC o Ø200mm, jenž mají jednostranný vývod ve sklonu 3% skrze kamennou zeď přilehlou k rubu opěry. Voda z okolního



terénu je pomocí skluzů odváděna do přilehlého vodního toku. Závěrná zeď je odvodněna pomocí žlábků o průměru 0,100m v příčném spádu 0,5%.

### Skladba vozovky

Vozovka je navržena v příčném střešovitém sklonu 2,5% a podélném sklonu 0,5% z důvodu odvodnění povrchové vody z vozovky. Důležité je zajistit spojitost mezi jednotlivými vrstvami a také mezi izolací a nosnou konstrukcí.

Asfaltový koberec mastixový SMA 11S	40mm
Spojovací postřik z emulze PSE 0,30 Kg/m <sup>2</sup>	
Asfaltový beton pro ložní vrstvu ACL 22S	80mm
Spojovací postřik z emulze PSE 0,30 Kg/m <sup>2</sup>	
Infiltrační postřik z emulze PI 0,80 Kg/m <sup>2</sup>	
Izolační vrstva z asfaltových pásů AIP	10mm
<u>Pečetící vrstva se speciální epoxidovou pryskyřicí</u>	
Celkem	130mm

### Úprava terénu pod a kolem mostu

Dno koryta potoka Polečnice je upraveno dlažbou z lomového kamene usazeného do podkladního betonu C12/15, prostředí XA1. Svahové kužely budou upraveny hydroosevem. Z důvodu údržby je na obou březích na návodní straně zřízená lavička o minimální šířce 1,000m se sklonem 2,5% (1:10). Na návodní straně bude také provedeno přístupové schodiště z betonových prefabrikátů šířky 0,750m. Při výstavbě opěrných zdí budou použity štětovnice Larsen IIIIn, jenž zajistí odklon vodního toku od výkopu a prosakující voda bude odčerpána pomocí čerpadel.

## 5. VÝSTAVBA MOSTU

### 5.1 Technologie výstavby

Konstrukce bude betonována na pevné skruži. Betonáž nosné konstrukce bude realizována v jedné fázi.

#### Postup výstavby mostu:

- zajištění objížďky a všech potřebných varovných dopravních značení



- demolice stávající vozovky a nosné konstrukce
- osazení štětovnic Larsen IIIIn a odčerpání prosakující vody
- demolice opěr a jejich základů
- odvodnění stavební jámy
- zhotovení výkopů pro nové základy opěr
- osazení bednění
- betonáž základového pásu a betonáž opěr
- betonáž úložného prahu s podložiskovými bloky, a závěrné zídky
- uložení drenáže, hydroizolace, dosypání a zhutnění prostoru za opěrami
- montáž skruže a bednění, osazení armokoše do nosné konstrukce
- betonáž nosné desky a po 7-mi dnech zakotvení předepnutých lan
- betonáž chodníků, spojení s nosnou konstrukcí pomocí ocelových kotev
- osazení mostních flexibilních závěrů
- provedení jednotlivých vrstev vozovky
- osazení ocelového zábradlí se svodidly
- dokončovací práce
- uvedení do provozu

## 6. MATERIÁLY

### 6.1 Beton

Třídy betonu a vlivy prostředí pro jednotlivé části mostní konstrukce:

Nosná konstrukce	C30/37	XD1, XF2
Chodníky	C30/37	XD3, XF4
Úložný práh	C30/37	XC4, XF2
Opěry	C30/37	XC4, XF3
Základy	C30/37	XA1
Podkladní beton	C12/15	XA1
Ložní beton pro dlažbu	C12/15	XA1



## 6.2 Betonářská výztuž

Pro všechny části konstrukce bude použita betonářská výztuž B500B

## 6.3 Přepínací výztuž

Pro předpínací výztuž jsou použita lana Y1860 S7 - 15,2 - A. Jako kabelové kanálky jsou použity plastové hadice od firmy Freyssinet LFC Ø60/67, dále kotvy VLS – EC 6-7. Vše je předpínáno pomocí předpínacího zařízení ZPE 19 (Typ II).

## 7. OMEZENÍ PROVOZU

Během výstavby mostního objektu nebude možný provoz na komunikaci I/39 v úseku mezi Novými Dobrkovicemi a kruhovým objezdem, jenž spojuje jednotlivé části Českého Krumlova. Nádražní předměstí, Latrán a Vnitřní Město. Z tohoto důvodu je naplánovaná objížďka po komunikaci III třídy v ulici Fialková.

## 8. BEZPEČNOST A OCHRANA

Během výstavby je nutno zabezpečit bezpečnost a ochranu při práci, požární ochranu a hygienu při práci. Dále je nutno dodržovat všechny příslušné zákonné ustanovení, předpisy, normy a předepsané pracovní postupy.

## 9. VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Na staveništi je nutno zabránit šíření chemikálií do okolního prostředí, vzniklé únikem pohonných látek, olejů a jiných prostředků.



## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout novou mostní konstrukci v Českém Krumlově přes řeku Polečnici. Návrh objektu jež se nachází na komunikaci 1. třídy I/39, na 13,027 kilometru. Jedná se o návrh kolmé deskové konstrukce o jednom poli, dodatečně předpjaté s rovnými čely. Statický model byl vytvořen pomocí počítačového softwaru Scia engineer a IDEA StatiCa z nichž byly také čerpány potřebné informace k úspěšnému dokončení práce. Statický výpočet byl zjednodušen pro účely bakalářské práce. Při výpočtu byl zanedbán vliv vodorovných sil na konstrukci, také vliv brzdných a rozjezdových sil a klimatických vlivů. Dále nehomogenita konstrukce a reologické účinky. Konstrukce byla posuzována dle platného EC. Součástí dokumentace jsou podklady, výkresová část, vizualizace a maketa v měřítku 1:100.

Této bakalářské práci jsem věnovala veškeré své úsilí s cílem dosáhnout těch nejlepších výsledků. Samotná práce mi byla přínosem jak v oblasti vědomostí, tak i zkušeností s kompletním návrhem. Věřím, že mé vynaložené úsilí se promítne na kvalitě samotné práce.

V Brně dne 26.5.2015

.....

podpis autora

Lucie Luberová



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### LITERATURA

- [1] Navrátil J.: *Předpjaté betonové konstrukce*, 2. vyd. Brno, Cerm 2008
- [2] Stráský J., Nečas R.: *Betonové mosty I - modul M01 - Základní principy navrhování*. VUT, Brno, 2006.
- [3] Klusáček L.: *Betonové mosty I - Modul M02 - Nosné konstrukce mostů*. VUT, Brno, 2006.
- [4] Panáček J.: *Betonové mosty I – Modul M03 - Spodní stavby a příslušenství mostních objektů*. VUT, Brno, 2006.
- [5] Zich, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódu*. Brno: Typos, 2010

### NORMY

- [1] ČSN EN 1992-1-1 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006
- [2] ČSN EN 1991-2 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: ČNI, 2005
- [3] ČSN EN 1992-2 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty –Navrhování a konstrukční zásady* Praha: ČNI, 2008

### OSTATNÍ ZDROJE

- [1] Podklady zadání bakalářské práce viz. příloha P1
- [2] Mapy.cz. *Mapy.cz*. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://mapy.cz/>
- [3] Mapové aplikace. *Česká geologická služba*. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>
- [4] EUROVIA. *Hlavní stránka*. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.eurovia.cz/cs/home>
- [5] FREYSSINET CS, a.s. *FREYSSINET CS, a.s.* [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.freyssinet.cz/>





## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\gamma_c$	dílčí součinitel betonu
$\Delta\epsilon_p$	změna poměrného přetvoření předpínací výztuže
$\Delta\sigma_p$	ztráta napětí v předpínací výztuži
$\epsilon_c$	poměrné přetvoření betonu
$\epsilon_{cu}$	mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
$\epsilon_p$	poměrné přetvoření předpínací výztuž
$\epsilon_s$	poměrné přetvoření betonářské výztuže
$\varphi$	koeficient dotvarování
$\phi$	průměr výztužné vložky
$\sigma_c$	napětí v betonu
$\sigma_{cp}$	napětí v betonu v úrovni předpínací výztuže
$\sigma_p$	napětí v předpínací výztuži
$\sigma_{p^*}$	základní napětí v předpínací výztuži, tj. napětí v předpínací výztuži, při kterém je v přilehlých vláknech betonu nulové napětí
$\sigma_{p0}$	napětí v předpínací výztuži vyvozené předpínací pistolí při předpínání
$\sigma_{p\infty}$	napětí v předpínací výztuži od všech stálých zatížení včetně předpětí v čase blížícímu se nekonečnu
$\sigma_s$	napětí v betonářské výztuži
$A_c$	průřezová plocha betonové části průřezu
$A_p$	průřezová plocha předpínací výztuže
$A_s$	průřezová plocha betonářské výztuže
$E_c$	počáteční tečnový modul pružnosti betonu
$E_{cm}$	sečnový modul pružnosti
$E_s$	modul pružnosti betonářské výztuže
$E_p$	modul pružnosti předpínací výztuže
$e_p$	excentricita předpínací síly
$f_{cd}$	výpočtová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{cm}$	střední hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{ctm}$	střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$f_p$	pevnost v tahu předpínací výztuže
$f_{pd}$	výpočtová hodnota pevnosti v tahu předpínací výztuže
$f_{pk}$	charakteristická hodnota pevnosti v tahu předpínací výztuže
$f_{yk}$	charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže
$f_{yd}$	výpočtová hodnota meze kluzu betonářské výztuže
$I_c$	moment setrvačnosti betonové části průřezu
$M$	ohybový moment
$M_g$	ohybový moment způsobený stálým zatížením
$M_{g0}$	ohybový moment od vlastní tíhy
$M_p$	ohybový moment způsobený předpínací silou



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

$M_q$	ohybový moment způsobený proměnným zatížením
$M_R$	moment na mezi úměrnosti
$N_c$	normálová síla v betonové části průřezu
$P$	předpínací síla
$z$	rameno vnitřních sil
$z_c$	vzdálenost výslednice tlaku v betonu od těžiště betonové části průřezu



## SEZNAM PŘÍLOH

### P.1. Podklady, studie a vizualizace

#### P.1.1 Podklady

#### P.1.2 Studie

P.1.2.1 Varianta A – Podélný řez	M: 1:100
P.1.2.2 Varianta A - Příčný řez	M: 1:50
P.1.2.3 Varianta B - Podélný řez	M: 1:100
P.1.2.4 Varianta B - Příčný řez	M: 1:50
P.1.2.5 Varianta C - Podélný řez	M: 1:100
P.1.2.6 Varianta C - Příčný řez	M: 1:50

#### P.1.3 Vizualizace

### P.2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P.2.1 Půdorys mostu	M: 1:100
P.2.2 Podélný řez mostu A-A'	M: 1:50
P.2.3 Příčný řez mostu B-B'	M: 1:50
P.2.4 Příčný řez mostu C-C'	M: 1:50
P.2.5 Výkres betonářské výztuže	M: 1:25
P.2.6 Výkres předpínací výztuže	M: 1:25 (1:10)

### P.3. Statický výpočet

#### P.3.1. Statický výpočet

#### P.3.2. Příloha statického výpočtu bez použití softwaru

#### P.3.3. Příloha statického výpočtu při použití softwaru

#### P.3.4. Srovnání výsledků účinků zatížení

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Popisný soubor závěrečné práce